

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re patent Application of )  
Kodo KAWASE et al. ) Atty. Docket: **ASAIN0131**  
Serial No. Unknown )  
Filed: September 22, 2003 )  
For: METHOD AND APPARATUS )  
FOR DIFFERENTIAL IMAGING )  
USING TERAHERTZ WAVE ) Date: September 22, 2003

**SUBMISSION OF PRIORITY CLAIM AND PRIORITY DOCUMENT**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D. C. 20231

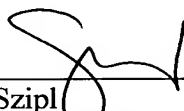
Sir:

It is respectfully requested that this application be given the benefit of the foreign filing date under the provisions of 35 U.S.C. 119 of the following, a certified copy of which is submitted herewith:

<u>Application Number</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Date Filed</u>
2002-270917	Japan	September 18, 2002

Respectfully submitted,

*GRIFFIN & SZIPL, PC*

  
\_\_\_\_\_  
Joerg-Uwe Szimpl  
Registration No. 31,799

GRIFFIN & SZIPL, PC  
Suite PH-1  
2300 Ninth Street, South  
Arlington, VA 22204  
Telephone: (703) 979-5700  
Facsimile: (703) 979-7429  
Customer No.: 24203

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    9 月 1 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 7 0 9 1 7  
Application Number:

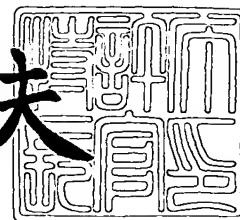
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 2 7 0 9 1 7 ]

出        願        人                      理化学研究所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 4 5 6 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 P6662

【提出日】 平成14年 9月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/35

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 理化学研究所内

    【氏名】 川瀬 晃道

【発明者】

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 5 1 9 - 1 3 9 9 理化学研究所 フォトダイナミクス研究センター内

    【氏名】 伊藤 弘昌

【発明者】

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 5 1 9 - 1 3 9 9 理化学研究所 フォトダイナミクス研究センター内

    【氏名】 南出 泰亜

【特許出願人】

    【識別番号】 000006792

    【氏名又は名称】 理化学研究所

【代理人】

    【識別番号】 100097515

    【住所又は居所】 東京都港区芝 4 丁目 1 5 番 6 号 ハラビル 2 アサ国際特許事務所

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 堀田 実

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 027018

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9600194

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 テラヘルツ波を用いた差分イメージング方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 約 0.5 ～ 3 THz の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波 (4) を発生させ、該 2 波長のテラヘルツ波を被対象物 (10) に照射してそれぞれの透過率を計測し、その透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出する、ことを特徴とするテラヘルツ波を用いた差分イメージング方法。

【請求項 2】 前記被対象物の表面に異なる 2 波長のテラヘルツ波 (4) をそれぞれ二次元的に走査し、前記 2 波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の差分イメージング方法。

【請求項 3】 約 0.5 ～ 3 THz の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波 (4) を発生させるテラヘルツ波発生装置 (12) と、該 2 波長のテラヘルツ波 (4) を被対象物 (10) に照射してそれぞれの透過強度を計測する透過強度計測装置 (14) と、計測した透過強度から透過率を演算しその相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出するターゲット検出装置 (16) とを備えた、ことを特徴とするテラヘルツ波を用いた差分イメージング装置。

【請求項 4】 前記被対象物の表面に異なる 2 波長のテラヘルツ波 (4) をそれぞれ二次元的に走査する二次元走査装置 (18) と、前記 2 波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する画像表示装置 (20) とを備える、ことを特徴とする請求項 3 に記載の差分イメージング装置。

【請求項 5】 前記テラヘルツ波発生装置 (12) は、パラメトリック効果によってテラヘルツ波発生が可能な非線形光学結晶 (1) と、該非線形光学結晶にポンプ光 (2) を入射してアイドラー光 (3) とテラヘルツ波 (4) を発生させるポンプ光入射装置 (11) と、発生するテラヘルツ波 (4) を異なる 2 波長に切替えるスイッチング装置 (13) とを有する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の差分イメージング装置。

【請求項 6】 前記透過強度計測装置 (14) は、テラヘルツ波 (4) を一

定の比率で計測光（４ a）と参照光（４ b）に分割する分割器（１ ４ a）と、計測光を被対象物（１ ０）に集光して照射する集光レンズ（１ ４ b）と、被対象物を通過した計測光と参照光の強度を計測する強度計測器（１ ５）とを備える、ことを特徴とする請求項 ３ に記載の差分イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、テラヘルツ波を用いた差分イメージング方法及び装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】

周波数範囲が約 0. 5 ～ 3 T H z である遠赤外線あるいはサブミリ波の領域は、光波と電波の境界に位置しており、光波と電波がそれぞれの領域で発展してきたのとは対象的に、技術面及び応用面の両面で未開拓の分野として取り残されていた。しかし、無線通信におけるこの周波数帯（約 0. 5 ～ 3 T H z）の有効利用や超高速通信への対応、およびこの周波数帯の電磁波の特徴を生かしたイメージングやトモグラフィーによる環境計測、そして生物や医学への応用など、この領域は近年ますます重要となってきた。以下、この周波数帯（約 0. 5 ～ 3 T H z）の遠赤外線及びサブミリ波を「テラヘルツ波」と呼ぶ。

なお、テラヘルツ波の発生手段に関しては、[非特許文献 1]、[非特許文献 2] に開示されている。

【 0 0 0 3 】

【非特許文献 1】

川瀬 晃道、伊藤 弘昌、“パラメトリック発振による波長可変テラヘルツ電磁波の発生と応用”、レーザー研究、1 9 9 8 年 7 月

【非特許文献 2】

川瀬 晃道、伊藤 弘昌、“テラフォトンクス光源、波長可変 T H z 波の発生と応用可能性”、応用物理、第 7 1 巻第 2 号（2 0 0 2 年）

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したテラヘルツ波の特徴の 1 つは、電波の物質透過性を有する最短波長域であり、かつ光波の直進性を備えた最長波長であるという点である。すなわち、電波のように様々な物質を透過することができ、電波帯では最も高い空間分解能が得られ、かつ光波のようにレンズやミラーによる引き回しが可能である。

そのため、テラヘルツ波は、半導体、プラスチック、紙、ゴム、ビニル、木材、繊維、セラミック、コンクリート、歯、骨、脂肪、乾燥食品などを透過可能であり、X 線に代わる人体に安全なイメージング手段として期待されている。

#### 【0 0 0 5】

一方、炭疽菌や薬物を郵便物として頒布する一種のテロ行為が現在社会問題化している。これらの内在物は、従来の X 線写真では内在物の形状は判断できるがその特性は開封しない限り判断できない。そのため、例えば粉末状の炭疽菌や薬物は X 線写真ではなんらの異常も検出できない問題点があった。

#### 【0 0 0 6】

本発明はかかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、従来の X 線写真では判断できなかった内在物の異常性を検出することができるテラヘルツ波を用いた差分イメージング方法及び装置を提供することにある。

#### 【0 0 0 7】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、約 0. 5 ～ 3 T H z の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波（4）を発生させ、該 2 波長のテラヘルツ波を被対象物（1 0）に照射してそれぞれの透過率を計測し、その透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出する、ことを特徴とするテラヘルツ波を用いた差分イメージング方法が提供される。

#### 【0 0 0 8】

また、本発明によれば、約 0. 5 ～ 3 T H z の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波（4）を発生させるテラヘルツ波発生装置（1 2）と、該 2 波長のテラヘルツ波（4）を被対象物（1 0）に照射してそれぞれの透過強度を計測する透過強度計測装置（1 4）と、計測した透過強度から透過率を演算しその

相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出するターゲット検出装置（１６）とを備えた、ことを特徴とするテラヘルツ波を用いた差分イメージング装置が提供される。

#### 【０００９】

上記本発明の方法及び装置によれば、テラヘルツ波発生装置（１２）により異なる２波長のテラヘルツ波（４）を発生させ、透過強度計測装置（１４）により２波長のテラヘルツ波を被対象物（１０）に照射してそれぞれの透過強度を計測し、ターゲット検出装置（１６）により、計測した透過強度から透過率を演算しその相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出し、従来のＸ線写真では判断できなかった内在物の異常性を検出することができる。

#### 【００１０】

本発明の好ましい実施形態によれば、前記被対象物の表面に異なる２波長のテラヘルツ波（４）をそれぞれ二次元的に走査する二次元走査装置（１８）と、前記２波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する画像表示装置（２０）とを備え、前記被対象物の表面に異なる２波長のテラヘルツ波（４）をそれぞれ二次元的に走査し、前記２波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する。

#### 【００１１】

この方法及び装置により、被対象物（１０）内に存在する波長依存性のあるターゲットの形状又は分布を二次元的に画像表示することができる。

#### 【００１２】

前記テラヘルツ波発生装置（１２）は、パラメトリック効果によってテラヘルツ波発生が可能な非線形光学結晶（１）と、該非線形光学結晶にポンプ光（２）を入射してアイドラー光（３）とテラヘルツ波（４）を発生させるポンプ光入射装置（１１）と、発生するテラヘルツ波（４）を異なる２波長に切換えるスイッチング装置（１３）とを有する。

#### 【００１３】

この構成により、ポンプ光入射装置（１１）により非線形光学結晶（１）にポ



ンプ光 (2) を入射してアイドラー光 (3) とテラヘルツ波 (4) を発生させることができる。また、スイッチング装置 (13) により発生するテラヘルツ波 (4) を異なる 2 波長に切換えて、波長依存性のあるターゲットの検出に用いることができる。

#### 【0014】

前記透過強度計測装置 (14) は、テラヘルツ波 (4) を一定の比率で計測光 (4a) と参照光 (4b) に分割する分割器 (14a) と、計測光を被対象物 (10) に集光して照射する集光レンズ (14b) と、被対象物を通過した計測光と参照光の強度を計測する強度計測器 (15) とを備える。

#### 【0015】

この構成により、分割器 (14a) でテラヘルツ波 (4) を一定の比率で計測光 (4a) と参照光 (4b) に分割するので、参照光 (4b) の強度  $I_r$  とその比率  $p$  からテラヘルツ波 (4) の強度  $I$  ( $= I_r / p$  … 式 1) を求めることができる。

また、集光レンズ (14b) で計測光を被対象物 (10) に集光して照射するので、被対象物 (10) の特定位置 (集光位置) の透過率を計測できる。

さらに、強度計測器 (15) で被対象物を通過した計測光  $I_{out}$  と参照光  $I_r$  の強度を計測するので、計測光 (4a) の強度  $I_{in}$  を  $I_{in} = I - I_r$  (… 式 2) で求め、 $\eta = (I_{in} - I_{out}) / I_{in}$  (… 式 3) により、テラヘルツ波 (4) の出力変動がある場合でもこれを補正して被対象物の透過率を正確に求めることができる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付し重複した説明を省略する。

#### 【0017】

図 1 は、テラヘルツ波の発生原理図である。この図において、1 は非線形光学結晶 (例えば  $LiNbO_3$ )、2 はポンプ波 (例えば YAG レーザー光)、3 はアイドラー波、4 はテラヘルツ波である。

ラマン活性かつ遠赤外活性を有する非線形光学結晶 1 にポンプ波 2 を一定方向に入射すると、誘導ラマン効果（又はパラメトリック相互作用）により物質の素励起波（ポラリトン）を介してアイドラー波 3 とテラヘルツ波 4 が発生する。この場合、ポンプ波 2 ( $\omega_p$ )、テラヘルツ波 4 ( $\omega_T$ )、アイドラー波 3 ( $\omega_i$ )の間には、式 (1) で示すエネルギー保存則と式 (2) で示す運動量保存則（位相整合条件）が成り立つ。なお、式 (2) はベクトルであり、ノンコリニアな位相整合条件は、図の右上に示すように表現できる。

【0018】

$$\omega_p = \omega_T + \omega_i \dots (1)$$

$$\kappa_p = \kappa_T + \kappa_i \dots (2)$$

【0019】

このとき発生するアイドラー波 3 とテラヘルツ波 4 は空間的な広がりを持ち、その出射角度に応じてそれらの波長は連続的に変化する。このシングルパス配置におけるブロードなアイドラー波及びテラヘルツ波の発生を T P G (T H z - w a v e P a r a m a t r i c G e n e r a t i o n) と呼ぶ。

なお、基本的な光パラメトリック過程は、1 個のポンプ光子の消滅と、1 個のアイドラ光子および 1 個のシグナル光子の同時生成によって定義される。アイドラ光あるいはシグナル光が共振する場合、ポンプ光強度が一定のしきい値を超えるとパラメトリック発振が生じる。また、1 個のポンプ光子の消滅と、1 個のアイドラ光子および 1 個のポラリトンの同時生成が誘導ラマン散乱であり、広義のパラメトリック相互作用に含まれる。

【0020】

しかし、図 1 に示したシングルパス配置のテラヘルツ波発生装置で発生したテラヘルツ波は非常に微弱であり、しかもその大部分は、非線形光学結晶中を数百  $\mu m$  進む間に吸収されてしまうという問題がある。

【0021】

図 2 はこの問題を解決したテラヘルツ波発生装置の構成図である。この図に示すように、ブロードなアイドラー波 3 に対して特定方向（角度  $\theta$ ）に共振器を構成することで、特定方向のアイドラー波 3 の強度を高めることができる。この場

合、共振器は高反射コーティングを施したミラーM1とM2からなり、回転ステージ5上にセットされ、共振器の角度を微調整することができる。また、2枚のミラーM1、M2はその半分のみに高反射コーティングを施し、残りは素通しでポンプ波2が通過するようになっている。なお、この図で6はテラヘルツ波4を外部に取り出すためのプリズム結合器である。

#### 【0022】

図2に示したテラヘルツ波発生装置において、ポンプ波の結晶への入射角 $\theta$ をある範囲（例えば $1 \sim 2^\circ$ ）で変えると、結晶中でのポンプ波とアイドラ波のなす角が変化し、テラヘルツ波とアイドラ波のなす角度も変化する。この位相整合条件の変化により、テラヘルツ波は例えば約 $140 \sim 310 \mu\text{m}$ の間で連続波長可変性を備える。

#### 【0023】

図3は、本発明の差分イメージング装置の第1実施形態図である。この図において、本発明の差分イメージング装置は、テラヘルツ波発生装置12、透過強度計測装置14、ターゲット検出装置16、二次元走査装置18及び画像表示装置20を備える。

#### 【0024】

テラヘルツ波発生装置12は、パラメトリック効果によってテラヘルツ波発生が可能な非線形光学結晶1と、非線形光学結晶1にポンプ光2を入射してアイドラ光3とテラヘルツ波4を発生させるポンプ光入射装置11と、発生するテラヘルツ波4を異なる2波長に切替えるスイッチング装置13とを有する。

#### 【0025】

テラヘルツ波発生装置12は、この例では図2に示したテラヘルツ波発生装置である。またこの例でスイッチング装置13は、非線形光学結晶1及びミラーM1、M2を載せたステージを所定の2位置に傾け、ポンプ波の結晶への入射角 $\theta$ を変化させる回転ステージである。

この構成のテラヘルツ波発生装置12により、スイッチング装置13（回転ステージ）により、約 $0.5 \sim 3 \text{ THz}$ の周波数範囲において異なる2波長のテラヘルツ波4を任意に切替えて発生させることができる。

## 【0026】

図4は、テラヘルツ波発生装置の別の構成図である。この例において、テラヘルツ波発生装置12は、パラメトリック発振可能な非線形光学結晶1内にポンプ波2として単一周波数の第1レーザー光7を入射する第1レーザー装置11と、ポンプ波により発生するアイドラー波の発生方向に単一周波数の別の第2レーザー光8を光注入する可変波長レーザー装置13を備える。

この構成のテラヘルツ波発生装置12により、スイッチング装置13（可変波長レーザー装置）により、図3のように回転ステージを設けてこれを回転させることなく、約0.5～3THzの周波数範囲において異なる2波長のテラヘルツ波4を任意に切替えて発生させることができる。

## 【0027】

なお、スイッチング装置13の構成は上述した例に限定されず、その他の手段を用いてもよい。

## 【0028】

図3において、透過強度計測装置14は、分割器14a、集光レンズ14b及び強度計測器15を備える。

分割器14aは、この例ではワイヤグリッドであり、テラヘルツ波4を一定の比率で計測光4aと参照光4bに分割する。計測光4aは、反射ミラー17a、17bを介して集光レンズ14bに導かれ、参照光4bは、反射ミラー17cを介して強度計測器15に導かれる。集光レンズ14bは、計測光4aを被対象物10に集光して照射し、被対象物10を透過した計測光4aは、分散レンズ14cにより拡径され強度計測器15に導かれる。集光レンズ14bと分散レンズ14cは、例えば焦点距離30mm前後のTPXレンズである。強度計測器15は、例えば検出素子を2つ内蔵するSiボロメータである。強度計測器15の出力は、ターゲット検出装置16に入力される。

## 【0029】

ターゲット検出装置16は、例えば記憶装置を備えたPCであり、参照光4bの強度 $I_r$ とその比率 $p$ からテラヘルツ波4の強度 $I$ （ $= I_r / p \cdots$ 式1）を求める。また、被対象物10を通過した計測光 $I_{out}$ と参照光 $I_r$ の強度が

ら、計測光 4 a の強度  $I_{in}$  を  $I_{in} = I - I_r$  (・・・式 2) で求め、 $\eta = (I_{in} - I_{out}) / I_{in}$  (・・・式 3) により、被対象物の透過率を求める。次いで、計測した透過率を記憶し、その相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出する。

なお、式 1～3 から明らかなように、テラヘルツ波 4 に出力変動 ( $\Delta I$ ) がある場合でも、出力変動 ( $\Delta I$ ) は参照光 4 b の利用により自動的に補償されるので、出力変動を補正して被対象物 10 の透過率を常に正確に求めることができる。

#### 【0030】

被対象物 10 が郵便物である場合、郵便物の一般的な内在物である、紙、プラスチック、繊維等はテラヘルツ波の吸収に波長依存性がなく、異なる波長に対してほぼ同一の吸収率を示すことが知られている。

一方、アスピリン、ビタミン等の薬物や、炭疽菌のような生体粉末は、テラヘルツ波の吸収に波長依存性を有し、異なる波長に対して異なる吸収率を示す。この理由は明らかではないが、分子構造に由来する振動周波数がテラヘルツ帯付近に存在するためと考えられている。

従って、上述したターゲット検出装置 16 により、計測した透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出し、波長依存性のあるターゲットの場合に、これを安全な装置内で開放し検査することができる。

#### 【0031】

二次元走査装置 18 は、被対象物 10 を例えば  $x-y$  平面内で移動させ、被対象物 10 の表面に異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 をそれぞれ二次元的に走査する。

画像表示装置 20 は、ターゲット検出装置 16 で検出された 2 波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する。

#### 【0032】

上述した差分イメージング装置を用い、本発明の方法では、約 0.5～3 THz の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 を発生させ、2 波長のテ

ラヘルツ波を被対象物 1 0 に照射してそれぞれの透過率を計測し、その透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出する。

また、被対象物 1 0 の表面に異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 をそれぞれ二次元的に走査し、2 波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する。

#### 【0 0 3 3】

図 5 は、本発明の差分イメージング装置の第 2 実施形態図である。この図において、テラヘルツ波発生装置 1 2 は、図 3 と同一であり、回転ステージ 1 3 により、非線形光学結晶 1 及びミラー M 1、M 2 を載せたステージを所定の 2 位置に傾け、ポンプ波の結晶への入射角  $\theta$  を変化させ、約 0. 5 ～ 3 T H z の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 を切替えて発生させるようになっている。

また、透過強度計測装置 1 4 は、分割器 1 4 a、レンズ 1 4 d、反射ミラー 1 7 d、1 7 e 及び強度計測器（図示せず）を備える。分割器 1 4 a は、この例ではビームスプリッタであり、テラヘルツ波 4 を一定の比率で計測光 4 a と参照光 4 b に分割する。計測光 4 a は、被対象物 1 0 に照射され、被対象物 1 0 を透過した計測光 4 a は、図示しない強度計測器に導かれる。参照光 4 b も、強度計測器に導かれる。強度計測器は、例えば検出素子を 2 つ内蔵する S i ボロメータである。強度計測器の出力は、ターゲット検出装置 1 6 に入力される。

その他の構成は図 3 と同様である。

#### 【0 0 3 4】

上述した本発明の方法及び装置によれば、テラヘルツ波発生装置 1 2 により異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 を発生させ、透過強度計測装置 1 4 により 2 波長のテラヘルツ波を被対象物 1 0 に照射してそれぞれの透過強度を計測し、ターゲット検出装置 1 6 により、計測した透過強度から透過率を演算しその相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出し、従来の X 線写真では判断できなかった内在物の異常性を検出することができる。

#### 【0 0 3 5】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

図 6 と図 7 は、紙とプラスチックに対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。これらの図において、横軸はテラヘルツ波の W a v e n u m b e r（波長の逆数）と周波数、縦軸は透過率である。

これらの図に示すように、試料が郵便物の一般的な内在物である、紙、プラスチック、繊維等の場合には、透過率はほぼ一定の値を示す。

#### 【 0 0 3 6 】

図 8 は、鮭の DNA に対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。この図において、横軸はテラヘルツ波の W a v e n u m b e r（波長の逆数）と周波数、縦軸は透過率である。また、この図において、上側の計測データは試料がない場合、下側は試料（この場合、鮭の DNA）がある場合である。透過率は試料がない場合の平均値を 1 としている。

#### 【 0 0 3 7 】

図 8 において、上側の計測データは試料がない場合には、試料が郵便物の一般的な内在物である、紙、プラスチック、繊維等の場合（図 6 と図 7）と同様に、透過率はほぼ一定の値を示す。

これに対して、図 8 の下側の計測データでは、W a v e n u m b e r（又は周波数）が増加するほど透過率が低下する傾向を示している。この理由は明らかではないが、骨格振動のためと考えられている。

従って、上述したターゲット検出装置 1 6 により、異なる 2 波長のテラヘルツ波で計測した透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットとして、鮭の DNA を検出することができる。

#### 【 0 0 3 8 】

図 9 は、牛のアルブミン（A l b u m i n o f b o v i n e）に対するテラヘルツ波の波長と透過率の関係図である。アルブミンは、可溶性たんぱく質であり、代表的な生体粉末試薬の 1 つである。

#### 【 0 0 3 9 】

図 1 0 は、牛の  $\gamma$ -グロブリンに対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。グロブリンは、ヘモグロビンの蛋白質成分であり、代表的な生体粉末試薬の 1 つである。

**【0 0 4 0】**

図 1 1 は、馬の心臓からのチトクロム-c に対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。チトクロム-c も代表的な生体粉末試薬の 1 つである。

**【0 0 4 1】**

図 9 ~ 1 1 において、各計測データは、図 8 の鮭の DNA と同様に W a v e n u m b e (又は周波数) が増加するほど透過率が低下する傾向を示している。従って、上述したターゲット検出装置 1 6 により、異なる 2 波長のテラヘルツ波で計測した透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットとして、これらの生体粉末試薬を検出することができる。

**【0 0 4 2】**

図 1 2 は、本発明による差分イメージング画像の C R T 上の中間調画像である。この例は、テラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲット（この例ではグリッド間隔  $65\mu\text{m}$  の N i メッシュ）と、波長依存性のないコピー紙を L 字型に切り出して遮蔽物で挟み、テラヘルツ波を照射してその透過率を二次元的に画像表示したものである。

**【0 0 4 3】**

図 1 2 (A) は、波長  $180\mu\text{m}$  のテラヘルツ波による透過率の分布である。この図において白い部分が、透過率が低い部分であり、波長依存性のあるターゲット（左側）の L 字型が強い白色で示され、かつ波長依存性のないコピー紙（右側）も L 字型が弱く表示されているのがわかる。

**【0 0 4 4】**

また、図 1 2 (B) は、波長  $180\mu\text{m}$  と  $220\mu\text{m}$  のテラヘルツ波による透過率の差の分布である。この図において、波長依存性のあるターゲット（左側）の L 字型は、2 波長の透過率の差が大きいことから依然として強い白色で示されている。これに対して、波長依存性のないコピー紙（右側）は、2 波長の透過率の差がほとんどないことから、L 字型が消失しまったく表示されていないのがわかる。

**【0 0 4 5】**

従って、上述した被対象物 1 0 内に存在する波長依存性のあるターゲットの有



無を単に検出するだけでなく、その形状又は分布を、二次元的に画像表示することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

上述したように、本発明のテラヘルツ波を用いた差分イメージング方法及び装置は、従来の X 線写真では判断できなかった内在物のうち、テラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットを検出することができる等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

テラヘルツ波の発生原理図である。

【図 2】

共振器を有するテラヘルツ波発生装置の構成図である。

【図 3】

本発明の差分イメージング装置の第 1 実施形態図である。

【図 4】

テラヘルツ波発生装置の別の構成図である。

【図 5】

本発明の差分イメージング装置の第 2 実施形態図である。

【図 6】

紙に対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。

【図 7】

プラスチックに対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。

【図 8】

鮭の DNA に対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。

【図 9】

アルブミンに対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。

【図 1 0】

グロブリンに対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。

【図 1 1】

チトクロム C に対するテラヘルツ波の周波数と透過率の関係図である。

【図 1 2】

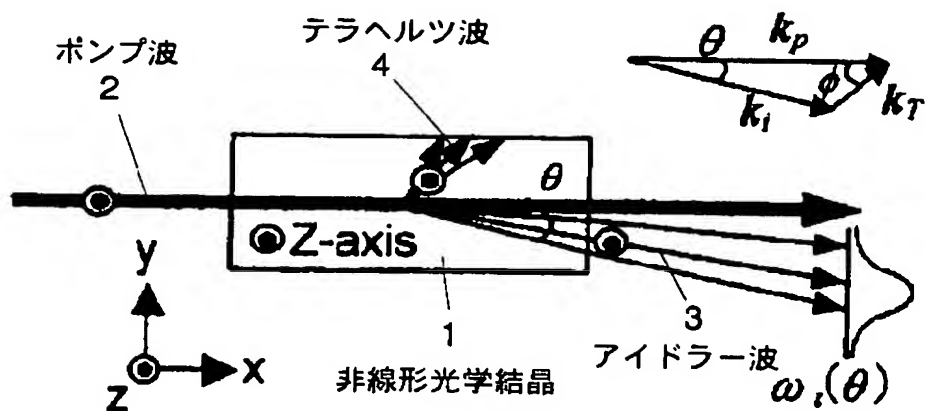
本発明による差分イメージング画像の C R T 上の中間調画像である。

【符号の説明】

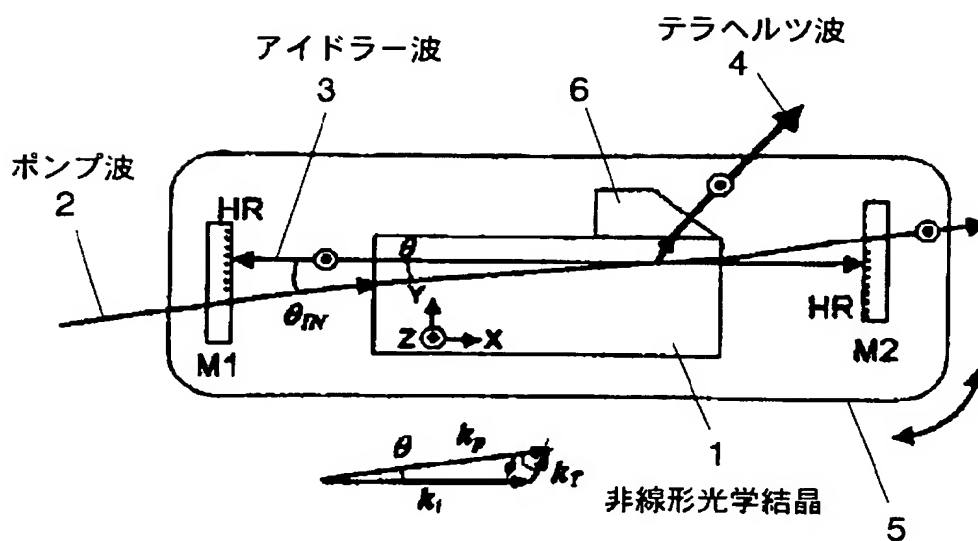
- 1, 1' 非線形光学結晶、 2 ポンプ波、
- 3 アイドラー波、 4 テラヘルツ波、
- 4 a 計測光、 4 b 参照光、
- 5 回転ステージ、 6 プリズム結合器、
- 7 第 1 レーザー光、 8 第 2 レーザー光、
- 1 0 被対象物、 1 1 ポンプ光入射装置（第 1 レーザー装置）、
- 1 2 テラヘルツ波発生装置、
- 1 3 スイッチング装置（回転ステージ、可変波長レーザー装置）、
- 1 4 透過率計測装置、
- 1 4 a 分割器（ワイヤグリッド、ビームスプリッタ）、 1 4 b 集光レンズ、
- 1 5 強度計測器（S i ボロメータ）、 1 6 ターゲット検出装置（P C）、
- 1 8 二次元走査装置、 2 0 画像表示装置

【書類名】 図面

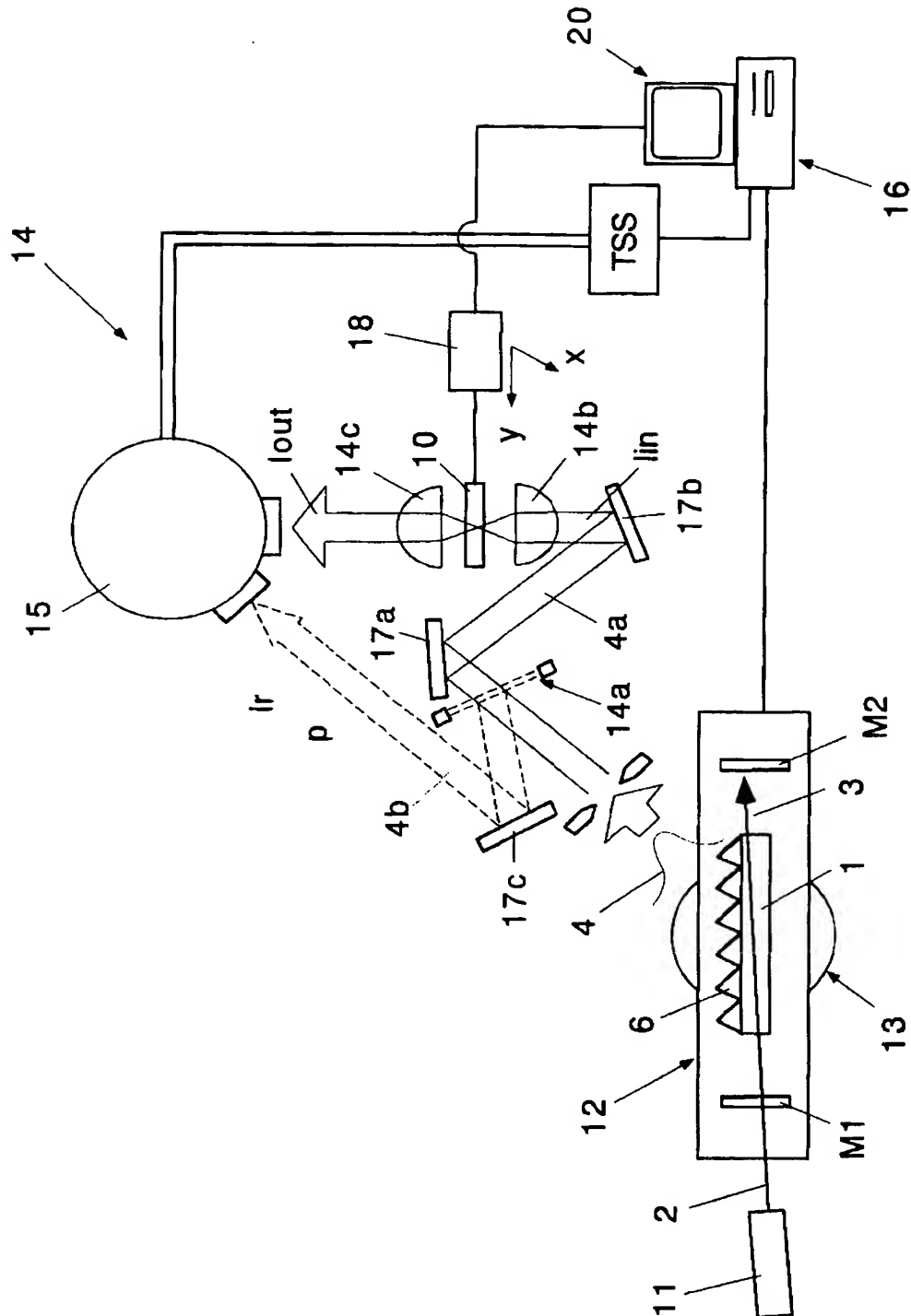
【図 1】



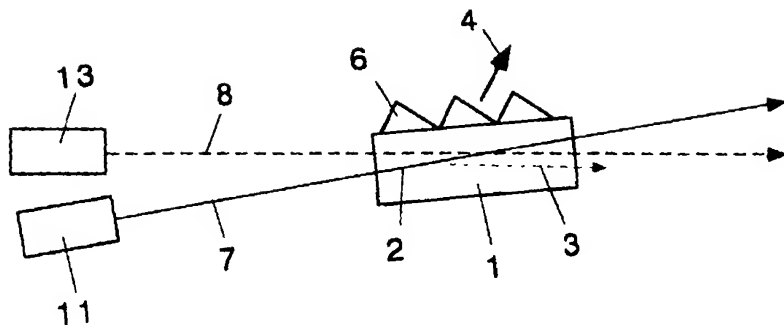
【図 2】



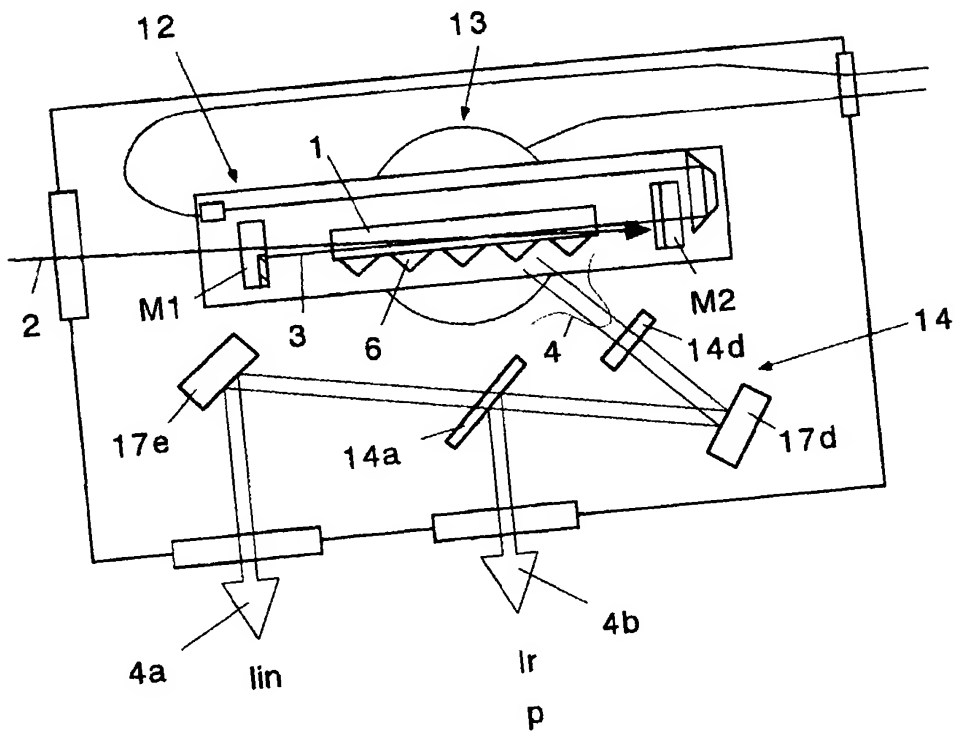
【図 3】



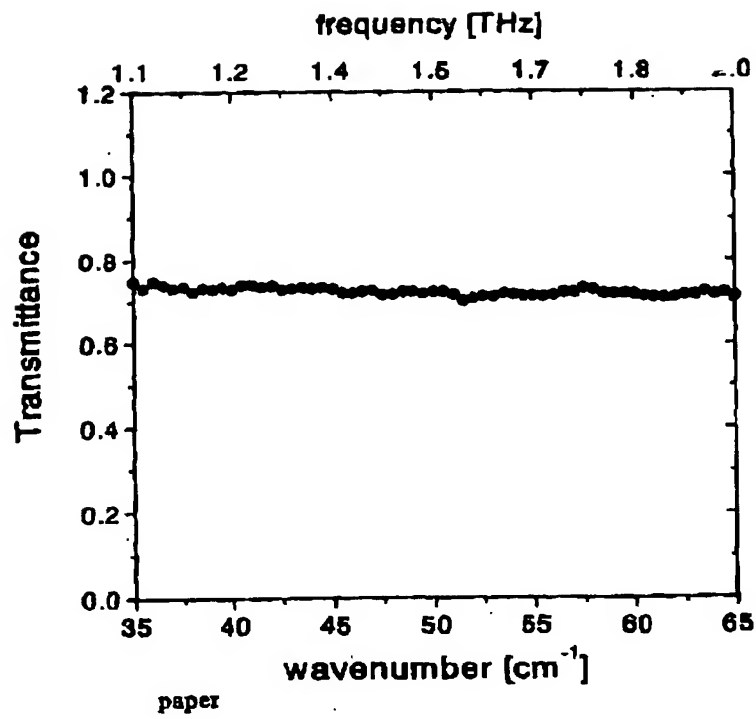
【図 4】



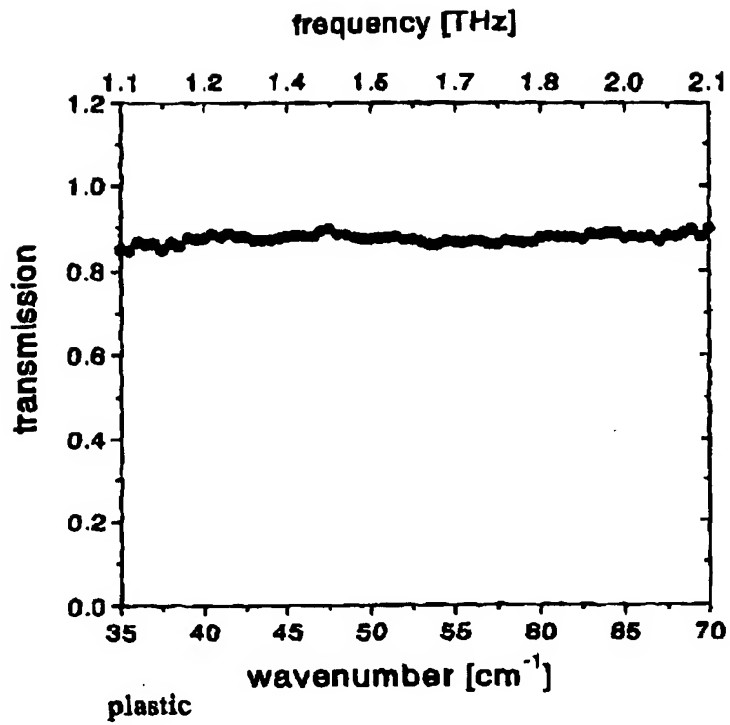
【図 5】



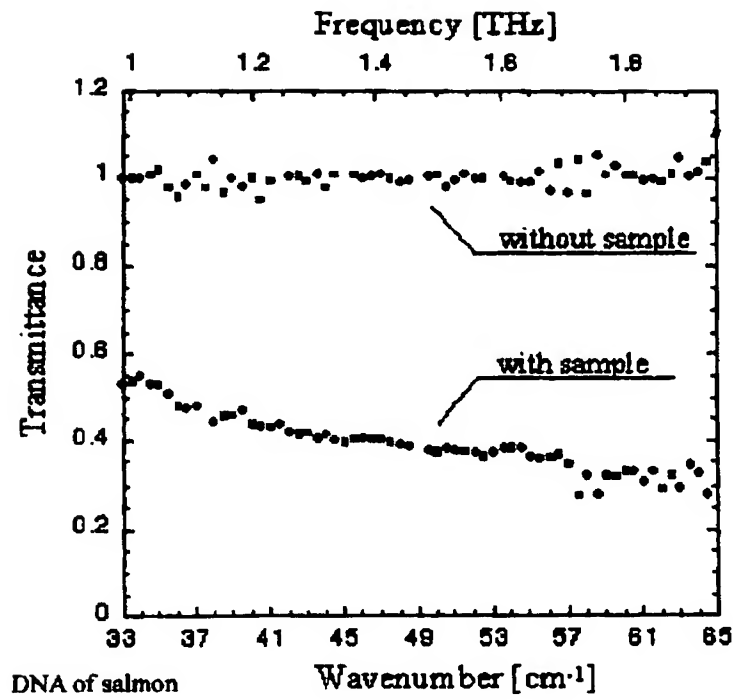
【図 6】



【図 7】

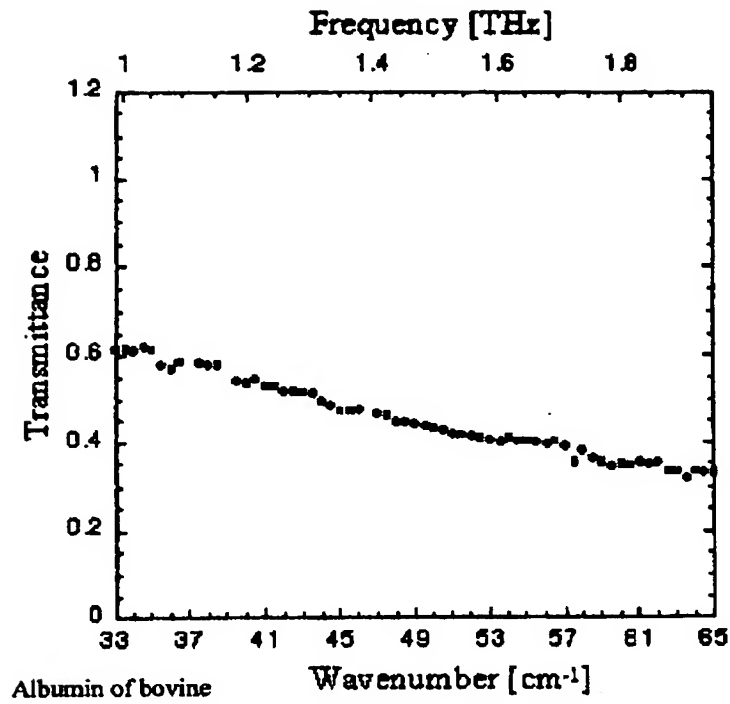


【図 8】

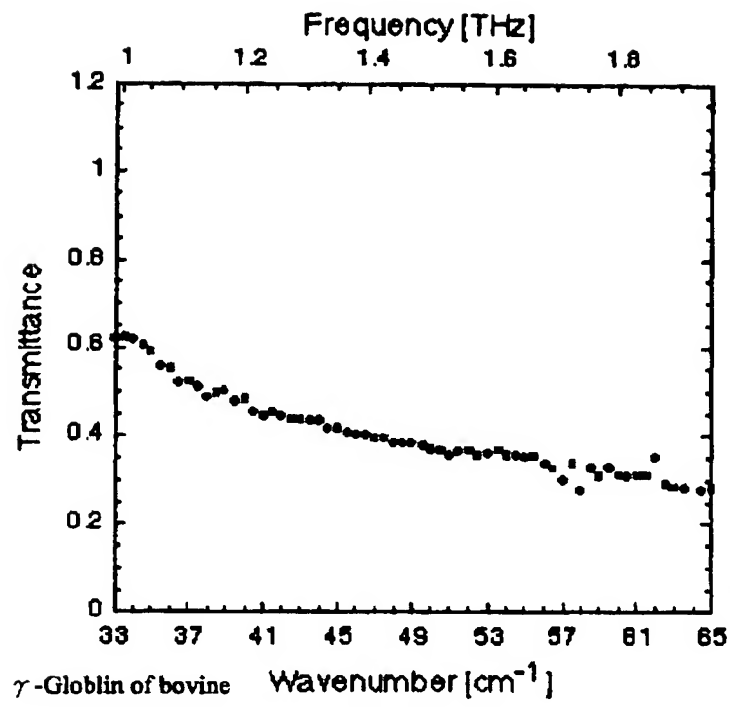




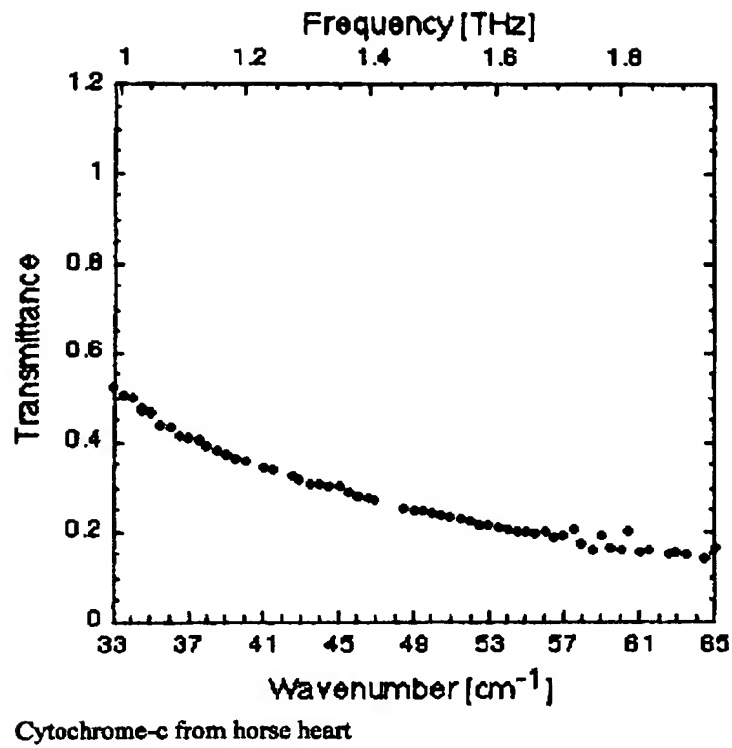
【図 9】



【図 1 0】



【図 11】

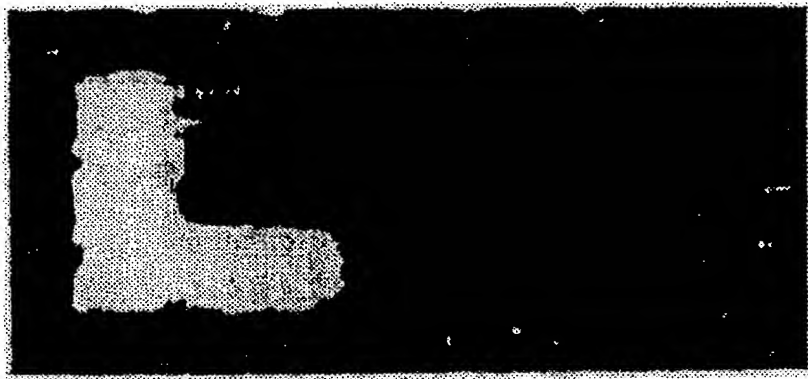


【図 1 2】

(A)



(B)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の X 線写真では判断できなかった内在物の異常性を検出することができるテラヘルツ波を用いた差分イメージング方法及び装置を提供する。

【解決手段】 約 0.5 ～ 3 THz の周波数範囲において異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 を発生させ、2 波長のテラヘルツ波を被対象物 10 に照射してそれぞれの透過率を計測し、その透過率の相違からテラヘルツ波の吸収に波長依存性のあるターゲットの有無を検出する。更に、被対象物の表面に異なる 2 波長のテラヘルツ波 4 をそれぞれ二次元的に走査し、2 波長の透過率が相違する位置を二次元的に画像表示する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 2 7 0 9 1 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 7 9 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

埼玉県和光市広沢 2 番 1 号

氏 名

理化学研究所